

Лазеры



Лазер – устройство, в котором энергия (тепловая, химическая, электрическая), преобразуется в энергию электромагнитного поля – лазерный луч

Слово *лазер* образовано как сочетание первых букв английского выражения «**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation «усиление света при помощи индуцированного излучения»

Индуцированное излучение

Индуцированное излучение – излучение возбужденных атомов под действием падающего на них света.

Особенностью этого излучения является то, что возникшая при индуцированном излучении световая волна не отличается от волны, падающей на атом, ни частотой, ни фазой, ни поляризацией

Свойства лазерного излучения

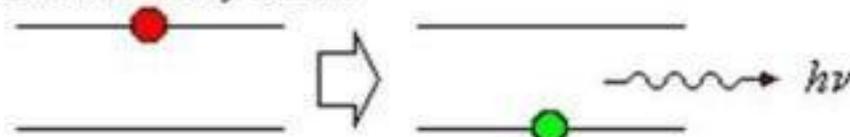
- Лазеры способны создавать пучки света с очень малым углом расхождения (около 10^{-5} радиан)
- Свет лазера обладает исключительной монохроматичностью. (В отличие от обычных источников света, атомы которых излучают свет независимо друг от друга, в лазерах атомы излучают свет согласованно)
- Лазеры являются самыми мощными источниками света. (У некоторых типов лазеров достигается мощность излучения 10^{17} Вт/см², в то время как мощность излучения Солнца равна только $7 \cdot 10^3$ Вт/см²)

Принцип действия лазеров

В обычных условиях атомы не возбуждены – находятся в низшем энергетическом состоянии. Атом, поглотивший энергию, переходит в возбужденное

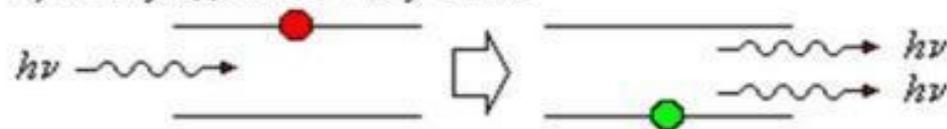
Возбужденный атом может самопроизвольно испустить фотон в любом направлении.

б) Спонтанное излучение

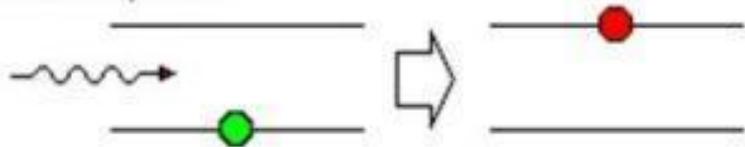


Под воздействие волны атомы излучают волны, совпадающие по частоте и фазе с падающей

в) Вынужденное излучение



а) Поглощение



- – невозбужденный атом с энергией E_i
- – возбужденный атом с энергией E_j

Для вынужденного излучения нужно искусственно создать перенаселенность верхних энергетических уровней. Этот процесс называется *накачка*. Накачка должна перевести двухуровневую среду в состояние, в котором количество атомов на верхнем уровне превышает количество атомов на нижнем. Такое состояние среды называется *состоянием с инверсной населенностью уровней*, а сама среда называется *активной*.

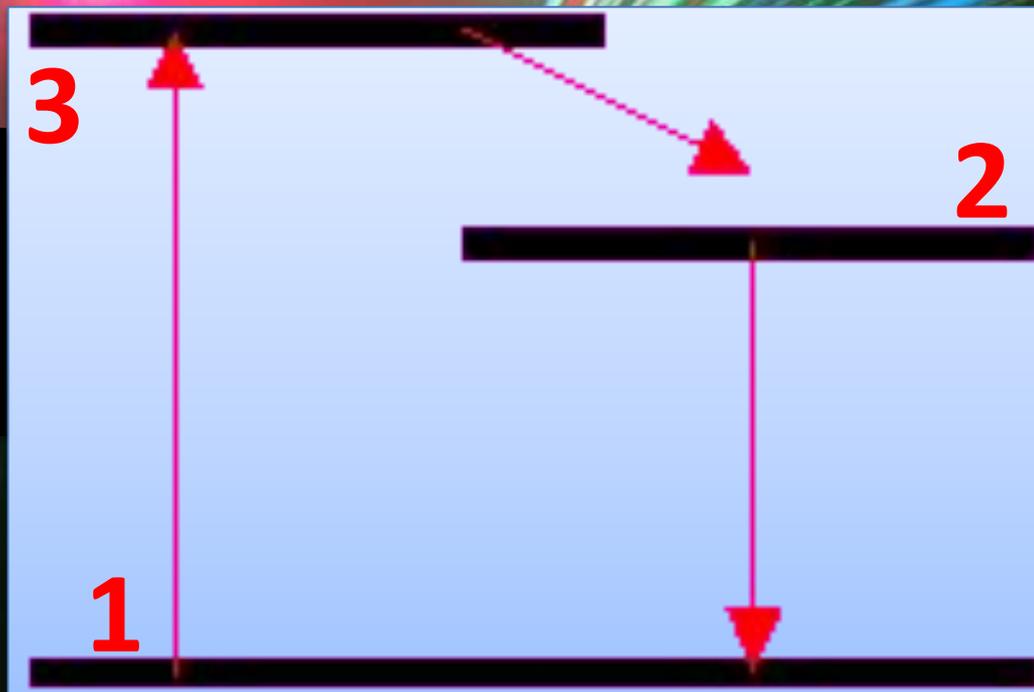
Трехуровневая

Для возбуждения атомов используется мощная лампа. После ее вспышки атомы переходят в состояние 3, где время жизни мало – 10^{-8} с, затем самопроизвольно переходят в состояние 2. Время жизни в состоянии 2 в 100 000 раз больше 10^{-3} с. Т.о. создается «перенаселенность» возбужденного уровня 2 по сравнению с невозбужденным 1.

Необходимые энергетические уровни имеются в кристаллах рубина. Рубин- это красный кристалл оксида алюминия Al_2O_3 с примесями атомов хрома.

С - Переход между уровнями 3 и 2 осуществляется без излучения.

Лазерный переход осуществляется между уровнями 2 и 1.

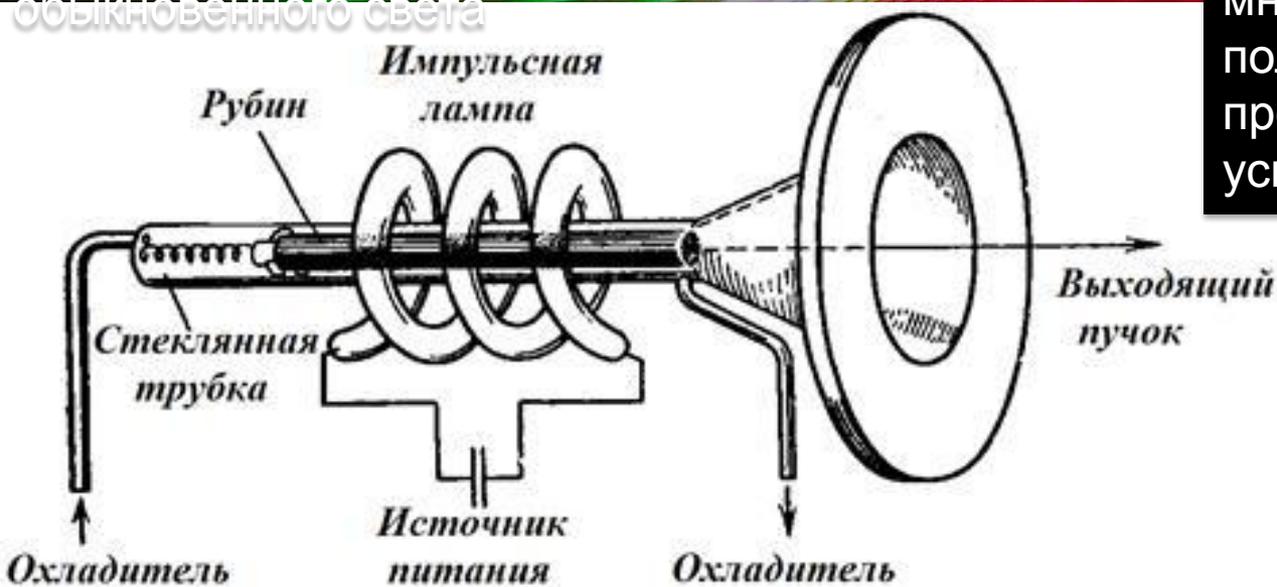


Устройство рубинового лазера

Основная часть — это рубин, с двух сторон ограниченный прозрачным и полупрозрачным зеркалами. Вокруг кристалла расположена лампа, работающая в импульсном режиме. При подаче питания лампа дает вспышку

обыкновенного света

Фотоны, попадая в кристалл рубина, возбуждают атомы, возбужденное состояние которых снимается испусканием. Пока энергия луча мала и свет не может пройти сквозь полупрозрачное зеркало, пучок совершает многократное движение от полупрозрачного зеркала к прозрачному, постепенно усиливая свою энергию.



Когда энергия будет достаточно, луч проходит сквозь полупрозрачное зеркало — мы видим лазерный луч

Другие типы лазеров

Твердотельные
(сапфировые,
стеклянные)

Газовые
(аргоновый, гелий-
неоновый)

Жидкостны

е

Полупроводниковы

е

Импульсны

е

С непрерывным
излучением

Применение

Наука

- Локация небесных тел.
- Эталон длины.
- Лазерный термоядерный синтез.
- Сверхскоростная фотография.
- Разделение изотопов.
- Спектроскопия.

Медицина и биология

- Лазерная хирургия.
- Лечение опухолей

Военное дело

- Лазерное оружие.
- Противоракетные системы
- Оптический локатор

Техника и связь

- Голография
- Линии связи
- Обработка материалов